



*Prarancangan Pabrik 1-Heptena
Dari Propena dan 1-Butena
Kapasitas 40.000 Ton/Tahun*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Industri bahan *intermediate* (setengah jadi) di Indonesia sedang mengalami perkembangan yang pesat, yaitu untuk mencukupi kebutuhan bahan baku industri bahan jadi. Salah satu bahan *intermediate* yang cukup penting adalah olefin. Bahan ini sangat diperlukan untuk membuat berbagai produk yang dibutuhkan manusia seperti plastik dan bahan bakar.

Salah satu olefin yang diperlukan adalah 1-heptena. Sampai saat ini pabrik 1-heptena belum ada di Indonesia, sehingga masih mengimpor dari negara lain. Adanya pabrik 1-heptena ini diharapkan akan berdiri industri – industri bahan jadi yang menggunakan 1-heptena sebagai bahan bakunya. Selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, industri ini juga dipersiapkan mampu bersaing di pasar bebas untuk memenuhi kebutuhan dunia.

1.2. Kapasitas Perancangan

1.2.1. Data Impor 1-heptena

Penentuan kapasitas pabrik mengacu kepada data impor Heptena di Indonesia :

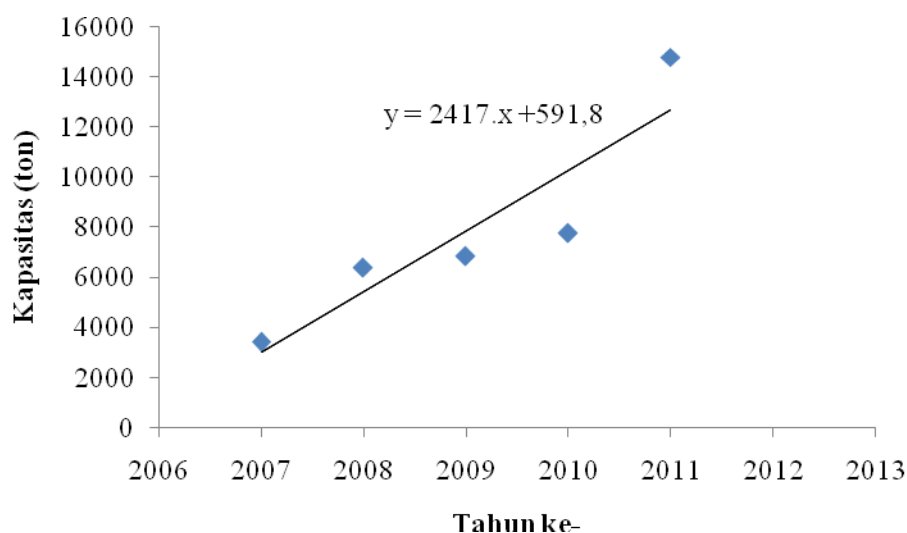


Tabel 1.1 Data Impor 1-Heptena di Indonesia

No.	Tahun	Impor (Ton/Tahun)
1.	2007	3412
2.	2008	6382
3.	2009	6858
4.	2010	7764
5.	2011	14810

(BPS, 2011)

Data Tabel 1.1 di regresi untuk mendapatkan tren kenaikan impor 1-Heptena di Indonesia. Regresi linier untuk data impor ditunjukkan dalam Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Grafik Konsumsi 1-Heptena di Indonesia

Regresi linier terhadap data konsumsi 1-heptena menunjukkan persamaan $y = 2417,8 x + 591,8$, dengan x adalah tahun dan y adalah kapasitas. Pabrik 1-heptena direncanakan dibangun pada tahun 2020 dan akan beroperasi pada tahun



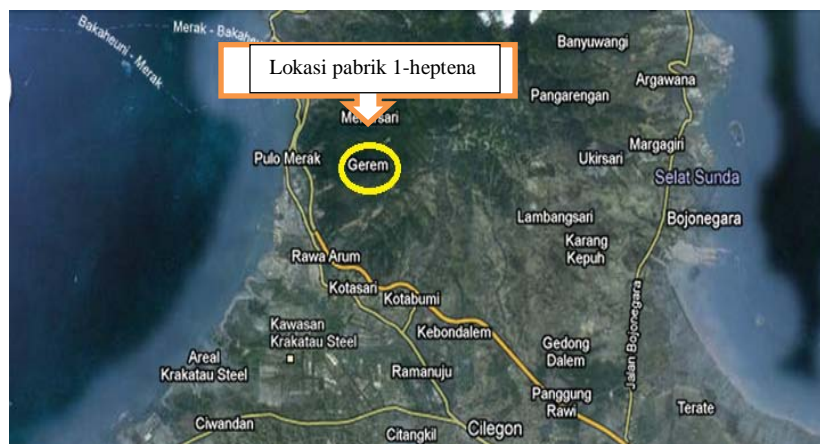
2022. Hasil ekstrapolasi diperoleh bahwa pada tahun 2022 data impor heptena adalah 38.093 ton/tahun. Untuk memenuhi kebutuhan Indonesia, didirikan pabrik 1-heptena dengan kapasitas 40.000 ton/tahun.

1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan 1-heptena adalah propena dan 1-butena. Propena diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical dengan kapasitas 320.000 ton/tahun, sedangkan 1-butena diimpor dari Shell Chemicals USA yang beroperasi dengan kapasitas 900.000 ton/tahun.

1.3. Penentuan Lokasi Pabrik

Pabrik 1-Heptena direncanakan akan didirikan di daerah kawasan industri *Krakatau Industrial Estate Cilegon* (PT. KIEC), provinsi Banten. Peta lokasi pabrik dapat dilihat pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 Peta Lokasi Pabrik 1-Heptena

Daerah ini dipilih sebagai lokasi berdirinya pabrik tersebut atas dasar pertimbangan sebagai berikut :

1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku



Propena didapatkan dari PT.Chandra Asri Petrochemical yang cukup dekat dengan *plant*, sedangkan 1-butena diimpor dari Shell Chemicals Singapura. Hal itu didukung dengan tersedianya pelabuhan bongkar muat yang dapat digunakan sebagai sarana transportasi, sehingga memudahkan pengiriman bahan baku.

1.3.2 Pemasaran Produk

1-heptena untuk Indonesia biasa digunakan sebagai zat additif pada minyak pelumas sintetis dan oli samping. 1-heptena murni juga digunakan sebagai peningkat nilai oktan pada bahan bakar. Sehingga pabrik ini jika didirikan di kawasan industri akan mempermudah pemasaran produk 1-heptena.

1.3.3 Sarana Transportasi

Daerah KIEC tersebut dekat dengan pelabuhan untuk keperluan transportasi impor serta jalan raya dan jalan tol yang memadai sehingga memudahkan pengangkutan bahan baku dan produk. Tersedianya jalan raya dan pelabuhan memudahkan dalam distribusi produk baik untuk kebutuhan dalam negeri maupun untuk tujuan ekspor.

1.3.4 Sumber Tenaga dan Bahan Bakar

Kebutuhan listrik didapatkan dari PLN dan generator sebagai cadangan apabila listrik dari PLN mengalami gangguan, dimana bahan bakarnya diperoleh dari Pertamina.

1.3.5 Penyediaan Air

Air dibeli dari PT. Krakatau Tirta Industri (PT. KTI) yang berada dalam kawasan industri KIEC.

1.3.6 Tenaga Kerja



Tenaga kerja baik tenaga biasa sampai tenaga ahli tersedia dalam jumlah yang cukup di daerah ini.

1.3.7 Kondisi Geografis

Selama ini kondisi alam Cilegon cukup stabil, aman dari bahaya tanah longsor dan banjir. Iklim di Cilegon seperti halnya di Indonesia pada umumnya, kondisi iklim tidak begitu berpengaruh terhadap jalannya operasi pabrik.

1.3.8 Kebijakan Pemerintah

Cilegon merupakan kawasan industri yang sudah ditetapkan oleh pemerintah sehingga hal-hal yang sangat dibutuhkan dalam kelangsungan proses produksi suatu pabrik telah tersedia dengan baik seperti sarana transportasi, energi, keamanan lingkungan, faktor sosial, perijinan pendirian pabrik serta perluasan pabrik.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Tinjauan Proses

1-Heptena yang mempunyai nama kimia *1-heptene* atau *heptylene*, merupakan suatu senyawa yang berupa cairan tak berwarna dan sedikit berbahaya. Rumus molekulnya adalah C_7H_{14} , dengan berat molekul 98,0 gram/mol.

1-Heptena merupakan bahan baku untuk industri oli sintesis, polietilena, deterjen, dan Poly Vinyl Chloride (PVC) (Kirk Othmer, 1978). 1-Heptena juga dapat digunakan sebagai bahan pencampur untuk meningkatkan angka oktan pada motor bakar (Ipatieff and Schaad, 1945).

Pembuatan 1-heptena dari propena dan 1-butena dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pada tekanan tinggi dan suhu tinggi, atau pada tekanan rendah dan



suhu rendah. Pada tabel 1.2 dijelaskan kelebihan dan kelemahan dari dua cara tersebut.

Tabel 1.2 Proses Pembuatan 1-Heptena

Proses	Kelebihan	Kelemahan
1. Dengan katalis asam fosfat padat	- Konversi 80-85%	- Pada suhu dan tekanan tinggi (195 -205 °C dan 50 atm) - Kontrol proses sulit - Biaya investasi alat mahal
2. Dengan katalis zeolit	- Pada suhu dan tekanan rendah (40°C dan 3 atm) - Kontrol proses mudah - Biaya investasi alat murah	- Konversi hanya 50%

Proses yang dipilih adalah proses dengan cara kedua, pada tekanan dan suhu rendah dengan katalis zeolit karena lebih mudah daripada proses yang pertama. Berdasarkan US patent 3949013, kondisi proses tidak terlalu ekstrim yaitu pada suhu 40-120°C dan tekanan 3 atm dengan perbandingan umpan 1-butena dan propena 1:1,3, dengan konversi 1-butena menjadi 1-heptena mencapai 50%, 1-heksena 15% dan 1-Oktena 35% dengan menggunakan reaktor *fixed bed multitube*.

1.4.2. Kegunaan produk

1-heptena sebagai olefin merupakan bahan perantara yang sangat dibutuhkan oleh industri octanol karena merupakan bahan baku utama.(ChemPoint.com). Selain itu 1-heptena juga merupakan bahan baku perantara untuk industri polimer seperti



polietilena (*Polyethylene comonomer*), *detergent alcohols synthetic lubricants* dan *lube oil additives*, termasuk *polyalphaolefins* (PAOs), *plasticizer alcohols*, *alkyldimethylamines* dan *dialkylmethylamines*, *surfactants*, including LAO *sulfonates* dan *linear alkylbenzene*, *fatty acids*, *miscellaneous*, termasuk *mercaptans* dan *alkenylsuccinic anhydrides* (ASA), mercaptan, bahan pembantu pada pembuatan *Poly Vinyl Chloride* (PVC), dan *surfactants*. 1-heptena biasa digunakan sebagai zat additif pada minyak pelumas sintetis. 1-heptena murni juga digunakan sebagai peningkat nilai oktan, sehingga sering digunakan untuk additif pada bahan bakar pesawat terbang.

(American Chemistry Council, 2002)

1.4.3. Sifat-sifat bahan baku dan produk

A. BAHAN BAKU

1. Propena



Sifat fisik :

Rumus molekul	: C_3H_6
Berat molekul	: 42,08 g/mol
Titik didih	: -47,8 °C
Titik beku	: -185 °C
Suhu kritis	: 91,8 °C
Tekanan kritis	: 45,6 atm
Panas pembentukan	: 20,43 kJ/mol
Densitas	: 612 kg/m ³



Viskositas	: 0,0623 cp
Panas jenis	: 66,420 J/mol.K
Fase	: Cair

(Perry, 2008)

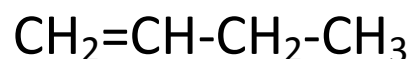
Sifat kimia :

- a. Propena merupakan senyawa olefin yang berisomer dengan siklo propan (C_3H_6).
- b. Pada kondisi atmosfer, propena berbentuk gas yang lebih berat dari udara dan mempunyai aroma manis-manisan.
- c. Propena mudah teroksidasi dan pada konsentrasi tertentu dapat terbakar.
- d. Propena lebih reaktif dibandingkan dengan propana atau etilen. Hal ini disebabkan karena adanya gugus metil dan ikatan rangkap yang tidak simetris.
- e. Mudah terbakar, mudah meledak, mudah teroksidasi, larut dalam alkohol dan eter tetapi kurang larut dalam air.

(Fessenden & Fessenden, 1997)

2. 1-Butena

Sifat fisik :



Rumus molekul	: C_4H_8
Berat molekul	: 56,108 g/mol
Titik didih	: $-6,3\text{ }^{\circ}C$
Titik beku	: $-185,4\text{ }^{\circ}C$
Suhu kritis	: $146,6\text{ }^{\circ}C$



Tekanan kritis	: 37,2 atm
Panas pembentukan	: – 0,13 kJ/mol
Densitas	: 595 kg/m ³
Viskositas	: 0,1354 cp
Panas jenis	: 89,509 J/mol.K
Fase	: Cair

(Perry, 2008)

Sifat kimia :

- 1-butena merupakan senyawa olefin yang merupakan turunan dari butana.
- 1-butena memiliki titik didih yang sangat rendah sehingga dalam kondisi atmosfer akan berwujud gas.

(Fessenden & Fessenden, 1997)

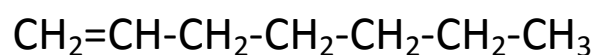
B. BAHAN PEMBANTU

Katalis FER(7.5) Zeolith

Titik lebur	: 600 °C
Fase	: Padat
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	: 55 mole ratio
Bentuk	: Serbuk
Surface area(A)	: 400 cm ² /gr

(www.zeolyst.com)

C. HASIL UTAMA



1. 1-Heptena

Sifat fisik :



Rumus molekul	: C_7H_{14}
Berat molekul	: 98,189 g/mol
Titik didih	: 93,6 °C
Titik beku	: – 118,9 °C
Suhu kritis	: 264,2 °C
Tekanan kritis	: 28,4 atm
Panas pembentukan	: – 62,34 kJ/mol
Densitas	: 679 kg/m ³
Viskositas	: 0,2868 cp
Panas jenis	: 161,975 J/mol.K
Fase	: Cair

(Perry,2008)

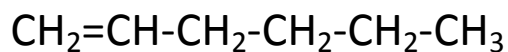
Sifat kimia :

- Tidak bereaksi dengan air
- Tingkat korosifitas tinggi.
- Sangat mudah terbakar.

(Fessenden & Fessenden,1997)

D. HASIL SAMPING

1. 1-Heksena



Sifat fisik :

Rumus molekul	: C_6H_{12}
Berat molekul	: 84,162 g/mol
Titik didih	: 63,4 °C



Titik beku	: – 139,9 °C
Suhu kritis	: 231 °C
Tekanan kritis	: 31,7 atm
Panas pembentukan	: – 41,7 kJ/mol
Densitas	: 673 kg/m ³
Viskositas	: 0,2160 cp
Panas jenis	: 137,820 J/mol.K
Fase	: Cair

(Perry, 2008)

Sifat kimia :

- 1-Heksena merupakan senyawa olefin yang berisomer dengan siklo heksana (C₆H₁₂).
- 1-Heksena digunakan sebagai pelarut nonpolar pada industri kimia dan juga merupakan bahan mentah dalam pembuatan kaprolaktam.

(Fessenden & Fessenden, 1997)

2. 1-Oktena

Sifat fisik :	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Rumus molekul	: C ₈ H ₁₆
Berat molekul	: 112,216 g/mol
Titik didih	: 121,2 °C
Titik beku	: – 101,8 °C
Suhu kritis	: 293,6 °C
Tekanan kritis	: 26,2 atm



Panas pembentukan : $-82,98 \text{ kJ/mol}$

Densitas : 703 kg/m^3

Viskositas : $0,3764 \text{ cp}$

Panas jenis : $185,602 \text{ J/mol.K}$

Fase : Cair

(Perry, 2008)

Sifat kimia :

1-oktena digunakan terutama sebagai co-monomer dalam produksi polietilena.

(Fessenden & Fessenden, 1997)

1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum

Reaksi yang terjadi antara propena dan 1-butena dapat ditinjau sebagai proses katalitik oligomerisasi yang menghasilkan produk 1-heptena.

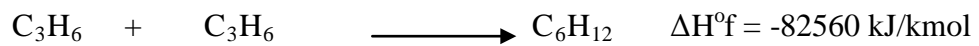
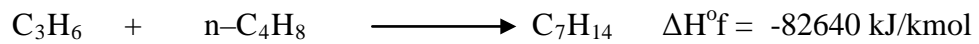
(US patent 3949013)

Reaksi oligomerisasi adalah reaksi antara dua monomer yang berbeda yang bergabung menjadi satu bagian menjadi monomer baru tanpa menghasilkan ikatan rangkap pada penggabungannya.

(IUPAC, 1997)

Reaksi ini menggabungkan C_3 dari propena dan C_4 dari 1-butena hingga membentuk C_7 berupa 1-heptena. Reaksi yang terjadi tidak hanya antara propena dan 1-butena saja, tetapi terdapat reaksi lain yang terjadi yaitu antara propena dengan propena dan 1-butena dengan 1-butena.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



kJ/kmol

Reaksi antara propena dengan propena akan membentuk produk 1-heksena dan 1-butena yang bereaksi dengan 1-butena akan membentuk produk 1-oktena. Hasil tersebut kemudian akan dipisahkan dalam menara distilasi untuk mendapatkan kemurnian yang tinggi.